

го аппарата и донной станции, создать архитектурно-компоновочную схему, проработать размещение радиоэлектронного оснащения, гидроакустических средств, аккумуляторных батарей и движительно-рулевого комплекса.

Литера «Д» в названии комплекса указывает на его функцию демонстратора.

Комплекс включает три главных устройства:

- 1) сам глубоководный спускаемый аппарат,
- 2) донная станция связи и навигации,
- 3) корабельное оборудование.

Важно подчеркнуть, что глубоководный спускаемый аппарат и донная станция представляют собой проницаемые конструкции, обладающие нулевой плавучестью. Оба эти устройства изготовлены из титановых сплавов.

Внешняя оболочка глубоководных устройств образуется блоками плавучести, которые установлены на несущую конструкцию. Использован высокопрочный легковесный сферопластик марки СП-М5 по ТУ 22.21.42-002-48003048-2018. Как рассказал эксклюзивно для «Ъ-Науки» заместитель генерального директора ООО «Прометей-Энергия» (Санкт-Петербург) **Игорь Попов**, этот материал был разработан и поставлен на производство специально для проекта «Витязь-Д». «Сферопластик марки СП-М5 представляет собой высокопрочный легковесный литой материал горячего отверждения с закрытоячеистой структурой, работоспособный в пресной и морской воде с примесями нефтепродуктов. Плотность сферопластика составляет 680–720 кг на кубический метр, а гидростатическая прочность не менее 140 МПа (1381,6 атмосфер)», — пояснил Попов.

Глубоководные ТТХ

Подводный аппарат «Витязь-Д» имеет массу порядка 2 тонн и габариты 4 x 1 м. Он включает движительный комплекс, носовой заглубитель для отбора грунта, блоки плавучести, литий-ионную аккумуляторную батарею, уравнительный баланс, датчики глубины, эхолоты (носовые и кормовые) и видеокамеры, необходимые приборы, модуль связи, аварийный балласт, блок управления. Мощность энергоустановки мы можем оценить в 100 кВт.

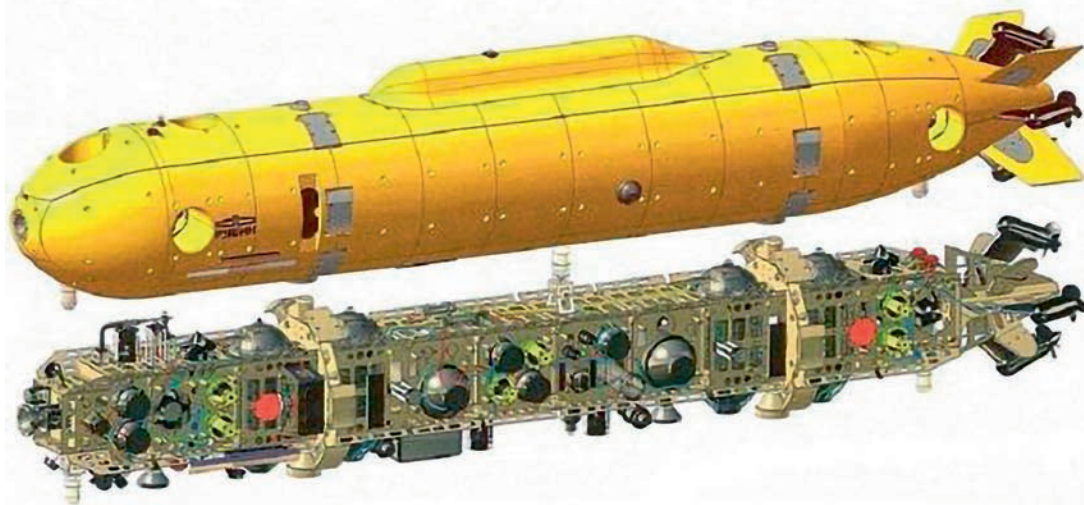
Кабельная сеть реализована на основе масло-наполненных трубок с системой компенсации давления. Она предназначена для обеспечения герметичности соединений электрических цепей между прочными контейнерами (узлами) аппаратов за счет избыточного давления рабочей жидкости.

Наиболее сложным в техническом плане является движительно-рулевой комплекс. Его создали в ООО «Инновационные подводные технологии» (Санкт-Петербург). Главный конструктор и совладелец этого предприятия **Александр Финкельштейн** не уклонялся от контакта с «Ъ-Наукой», однако отказался сообщить подробности. Ясно, что эффективность использования автономных подводных аппаратов определяется длительностью выполнения миссии в условиях экономии энергозатрат на движение. Точная настройка нулевой остаточной плавучести аппарата не представляется возможной ввиду ее зависимости от водоизмещающего объема, а также от плотности воды, которая определяется температурой, соленостью и глубиной погружения. По-видимому, компенсация остаточной плавучести на ходу обеспечивается движением аппарата с ненулевым углом атаки, что приводит к увеличению его гидродинамического сопротивления и энергопотребления маршевых движителей. В режиме позиционирования плавучесть компенсируется работой вертикальных подруливающих движителей.

Борьба с сетями, акулами и вероятным противником

Борьба с орудиями лова рыбы является проблемой для подводных роботов. Не вызывает сомнения, что встреча АНПА с рыбацкими сетями, тралями, ловушками не сулит для него ничего хорошего. В этой связи АНПА должен быть оснащен бортовым гидроакустическим комплексом, который в совокупности с алгоритмами обработки сигнала должен «видеть» орудия лова рыбы на дистанции порядка 300 м, а также средствами борьбы с рыболовными сетями (сетепорезателем и др.).

Наверняка «Витязь-Д» имеет систему отпугивания рыб и морских животных. Зарегистрированы факты неоднократных нападений гигантских кальмаров на суда различных размеров. Одно из последних нападений произошло в январе 2003 года. Французские яхтсмены на яхте «Жером», проходя у острова Мадейра, обнаружили, что восьмиметровый кальмар обхватил корпус их лодки, пытаясь утащить его под воду. Американские



В 2016 году Центральным конструкторским бюро «Рубин» был построен предшественник «Витязя» — автономный необитаемый подводный аппарат «Клавесин-2Р-ПМ». Проект выполнен по госконтракту, заключенному с Министерством обороны еще в 2009 году. Длина аппарата 6,5 м, диаметр корпуса 1 м, масса 3,7 т. Прочность корпуса позволяет совершать погружения на глубину до 6 км. Аппарат оснащается четырьмя электродвигателями, расположенными на колонках кормовой части корпуса. Каждый из них вращает свой гребной винт. Имеющиеся силовые агрегаты позволяют развивать скорость до 1,5 м/с (2,9 узла). Аккумуляторные батареи дают дальность хода до 300 км. Они вошли в состав комплекса оборудования специальных атомных под-

водных лодок проекта 09852 БС-139 «Белгород» и проекта 09787 БС-64 «Подмосковье».

Страховая стоимость одного АНПА «Клавесин-2Р-ПМ» определена в 300 млн руб.

Иностранном аналогом российского аппарата «Витязь-Д» является крупнотоннажный АНПА Echo Voyager производства Boeing (США), который способен автономно двигаться под водой на протяжении нескольких месяцев. Длина аппарата 15,5 м, предельная глубина погружения 3353 м. Аппарат имеет перезаряжаемую энергетическую систему, подробности о которой не уточняются. В англоязычной литературе АНПА принято называть underwater drone или же AUV (Autonomous Underwater Vehicle).

исследователи из океанографического института Woods Hole Oceanographic Institution изучали поведение акул в естественных условиях, используя АНПА «Ремус», засняв при этом на видео, как большие белые акулы под водой напали на аппарат. Ученые зафиксировали схему атаки: нападающие акулы укрывались под АНПА, а затем стремительно выплывали из засады и пытались перекусить предполагаемую добычу посреди корпуса.

Нам в «Ъ-Науке» не удалось выяснить, насколько «Витязь-Д» подготовлен к опасным природным явлениям, как то: неизученные подводные течения, водовороты и подводные вулканы. Длительное время считалось, что глубинные океанские воды почти неподвижны. Но в XX веке на большой глубине были обнаружены как медленно-, так и быстротекущие водные потоки. Двигаются они не хаотично, а в определенном русле, поэтому их иногда называют реками океанов. Течения — основная причина возникновения опасных для АНПА водоворотов.

В области защиты информации АНПА «Витязь-Д» должен иметь соответствующие средства (механические, программные), а также устройства уничтожения информации.

Противодействие средствам радиоэлектронной борьбы и исключение перехвата управления является насущной необходимостью всех дронов и роботов. Насколько известно, в системе «Витязь-Д» повышенное внимание уделяется проблеме исключения несанкционированного воздействия на него. Поэтому для надежной связи с АНПА важна структура протокола обмена. Передаваемые сообщения необходимо кодировать, по этой причине в системе предусмотрен шифратор. Для конвертации предварительно закрытых шифратором цифровых данных в формат, используемый при передаче, и, наоборот, для ввода принятых сообщений имеется устройство сопряжения (модем).

Наверняка решена задача маскировки на основе метода роя частиц.

Из пресс-релизов ничего не известно о системе управления аппаратом. Однако можно полагать, что в ее основе лежит децентрализованная мультиагентная структура, в которой каждый функциональный модуль АНПА является самостоятельным интеллектуальным агентом. Целенаправленный характер взаимодействию агентов придает диспетчер, который организует выполнение сценария миссии АНПА. Сценарий миссии определяет маршрут движения АНПА, места и способы проведения измерений, а также позиционирования для уточнения координат. Для выполнения своих функций диспетчер, в свою очередь, имеет сложную мультиагент-